



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 50 287 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 02 H 3/18

②① Aktenzeichen: 100 50 287.3
②② Anmeldetag: 10. 10. 2000
②③ Offenlegungstag: 8. 5. 2002

DE 100 50 287 A 1

⑦① Anmelder:
Conti Temic microelectronic GmbH, 90411
Nürnberg, DE

⑦② Erfinder:
Goecke, Matthias, Dipl.-Ing., 85049 Ingolstadt, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
US 55 08 906 A
WO 99 05 763 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verpolsichere Schutzeinrichtung für die Ansteuerung eines getakteten, elektromagnetischen Verbrauchers

⑤⑦ Bisherige Schutzeinrichtungen für getaktete, elektromagnetische Verbraucher zur Verringerung der Schaltverluste weisen zumindest immer eine Leistungs-Diode auf, die gleichfalls große Leistungsverluste verursachen kann. Die neue Schutzeinrichtung soll auch diese Leistungsverluste weiter reduzieren.

Bei der Schutzeinrichtung werden für die Freilaufvorrichtung und den Verpolschutz Transistoren, insbesondere MOS-FETs verwendet, die den Freilauf und den Verpolschutz verlustarm bewerkstelligen. Dadurch können die Anforderungen an den Ansteuer-Transistor, der den Verbraucher mit der Energieversorgung verbindet bzw. von dieser abtrennt, reduziert werden, so dass günstigere Ansteuer-Transistoren verwendet werden können.

Diese Schutzeinrichtungen eignen sich vor allem für niederfrequent getaktete, unipolare Gleichstrommotoren, Vierbürstenmotoren und Magnetventilspulen im Kraftfahrzeugbereich und anderen Anwendungen die einen kostengünstigen, zuverlässigen und kleinen Aufbau begünstigen.

DE 100 50 287 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schutzeinrichtung für die Ansteuerung eines getakteten, elektromagnetischen Verbrauchers gemäß Patentanspruch 1.

[0002] Die Ansteuerungen für niederfrequent getaktete, unipolare Gleichstrommotoren, insbesondere im Kraftfahrzeugbereich, die beispielsweise bei Taktfrequenzen im Bereich von 25 Hz arbeiten (z. B. bei Ansteuerungen von Motoren für Pumpen, Lüfter, etc.) erfolgt folgendermaßen: Während einer Taktperiode wird der gegen Masse (Low-Side) geschaltete Motor über einen High-Side-Schalter mit einem Lastzyklus von bis zu circa 90% bestromt. Die Dauer des Abschaltvorgangs liegt in der Größenordnung von circa einer Millisekunde. Während der restlichen Zeit der Taktperiode trennt der Schalter den Motor von der Spannungsversorgung, so dass der Motor nicht mehr bestromt wird. Während dieser Auszeit wird am Motor die elektromotorische Kraft gemessen und somit auf die Drehzahl geschlossen. Diese Drehzahlmessung ist bestimmend für die Dauer der Einschaltphase der nächsten Taktperiode.

[0003] Eine solche einfache, Drehzahl geregelte Motoransteuerung ohne Schutzeinrichtung ist in Fig. 1 abgebildet. Hierbei besteht die Ansteuerung 9 aus einem integrierten Schaltkreis, etwa einer PCU (Power Control Unit) 4 und einem vertikalen n-Kanal Leistungs-MOSFET 1. Die PCU 4 ist über einen Anschluss auf Masse 7 gelegt und über einen anderen Anschluss mit dem GATE-Anschluss des MOSFETs 1 verbunden. Wie in der Figur dargestellt, beinhalten derartige MOS-FETs 1 neben dem Transistor auch eine intrinsische Diode, deren Anode mit dem SOURCE-Anschluss und die Kathode mit dem DRAIN-Anschluss auf gleichem Potential liegt. Der DRAIN-Anschluss des MOSFETs 1 ist an die Versorgungsspannung U_{KL} 6 angeschlossen und der SOURCE-Anschluss ist mit dem anzusteuern, gegen Masse 7 liegenden Motor M 5 verbunden. Der MOSFET 1 verbindet den Motor 5 mit der Energieversorgung 6 oder trennt ihn von der Energieversorgung 6 ab, jeweils in Abhängigkeit des Ansteuerungssignals von der PCU 4.

[0004] Beim Abschaltvorgang wird durch die Motorinduktivität eine Gegenkopplung hervorgerufen, die zum einen, einen sanften Ausschaltvorgang bewirkt und zum anderen die Streuinduktivitäten in den Zuleitungen unwirksam macht. Somit wird effektiv verhindert, dass der MOS-FET 1 beim Abschaltvorgang in den Durchbruch gelangt.

[0005] Die Verpolsicherheit ist dadurch gewährleistet, dass im Falle der Verpolung, der Leistungs-MOS-FET 1 über die abgebildete Pindiode 7 der PCU 4 in den ohmschen Inversbetrieb gelangt und den Motor 5 voll durchschaltet.

[0006] Nachteilig hierbei ist jedoch der energetische Gesichtspunkt einer solchen Schaltung. Beim Abschalten des Motorstroms wird sowohl ein Teil der in der Motorinduktivität gespeicherte Energie als auch Energie aus der Betriebsspannungsquelle 6 im Ansteuer-MOS-FET 1 abgebaut. Dies macht sich besonders nachteilig beim Blockieren des Motors bemerkbar. Hierbei muss der Leistungs-MOS-FET 1 aufgrund des erhöhten Motorstromes und der geringen elektromotorischen Kraft sehr viel Energie abbauen. Man schützt den Transistor vor thermischer Überlastung, indem man seine Siliziummasse so groß dimensioniert, dass er die beim Abschalten anfallende Energie abbauen kann, ohne dabei Schaden zu nehmen.

[0007] Aus der WO 99/05763 ist eine Schutzeinrichtung für die Ansteuerung elektromagnetischer Verbraucher bekannt, bei welcher der Verbraucher und ein zur Ansteuerung gehörender Transistor eine Serienschaltung von der Batteriespannung nach Masse bilden, und bei der des weiteren die

Serienschaltung eines Verpolschutztransistors und einer Freilaufdiode dem Verbraucher parallel geschaltet ist.

[0008] Nachteilig bei einer solchen Schutzeinrichtung ist der relativ hohe Spannungsabfall an der Freilaufdiode. Dieser bewirkt, dass der Transistor beim Abschalten einen sogenannten "Tailstrom" führt; will man dies vermeiden, so muss man die Freilaufdiode in ihrer Siliziumfläche stark überdimensionieren, um einen sehr geringen Spannungsabfall an dieser zu erreichen. Dabei verschenkt man Siliziumfläche, bedenkt man dass die Freilaufdiode thermisch nur sehr geringfügig belastet wird.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es eine kostengünstige verpolsichere Schutzeinrichtung für die Ansteuerung eines getakteten, elektromagnetischen Verbraucher aufzuzeigen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, diese Schutzeinrichtung mithilfe von zukunftssträchtigen Technologien aufzubauen, die mit hohem Entwicklungsaufwand ständig verbessert werden.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst. Hierbei besteht sowohl die Freilaufvorrichtung als auch der Verpolschutz jeweils aus einem Transistor, wobei die Freilaufvorrichtung und der Verpolschutz in Reihe geschaltet und parallel zum elektromagnetischen Verbraucher angeordnet sind.

[0011] Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass der Einsatz von kleineren Ansteuer-MOS-FETs in der Ansteuerung in einem kleineren Gehäuse ermöglicht wird. Des weiteren können die beiden Transistoren, die für die Freilauf- und die Verpolschutzvorrichtung benötigt werden, niederohmig und kostengünstig zusammen in einem gemeinsamen Gehäuse bezogen werden. Auch werden die Transistoren im Gegensatz zu Dioden technologisch ständig überarbeitet und verbessert. Des weiteren kann der Freilauftransistor im Gegensatz zur Freilaufdiode auch zum Schutz vor dynamischen Überspannungen verwendet werden. Dazu schaltet man diesen bei dynamischer Überspannung durch und steuert den Ansteuertransistor in den aktiven Bereich.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Hier werden die Transistoren als vertikale n-Kanal Leistungs-MOS-FETs ausgebildet, welche eine intrinsische Diode beinhalten, die parallel zum eigentlichen Transistor aufgebaut ist. Ferner wird durch eine Nullpunkt-komparatorschaltung, die zwischen dem Freilauftransistor und dem elektromagnetischen Verbraucher angeordnet ist, die Verlustleistungen der kompletten Schaltung weiter reduzieren. Es werden für die Nullpunkt-komparatorschaltung nur Kleinsignal-Bauelemente verwendet, deren Platzbedarf und Kosten sehr gering ist. Des weiteren erweist sich der Einsatz einer solchen Schaltung gerade bei Gleichstrommotoren und Magnetventilspulen im Kraftfahrzeugbereich als besonders sparsam und effektiv.

[0013] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von einem Ausführungsbeispiel das in einer Figur dargestellt ist näher erläutert werden. Es zeigen:

[0014] Fig. 1: Motoransteuerung ohne Schutzeinrichtung

[0015] Fig. 2: Motoransteuerung mit einer Schutzeinrichtung.

[0016] Fig. 1 zeigt eine Motoransteuerung mit einer Schutzeinrichtung. Zwischen einer Spannungsversorgung 6 mit einer Spannung U_{KL} und einem auf Masse 7 gelegten Motor 5 befindet sich ein MOS-FET 1. Hierbei handelt es sich um einen vertikalen n-Kanal Leistungs-MOS-FET 1, welcher drei Anschlüssen SOURCE, DRAIN und GATE aufweist. Der DRAIN-Anschluss des MOS-FETs 1 ist mit der Versorgungsspannung U_{KL} 6 verbunden. Der GATE-Anschluss ist über einen Widerstand R_1 mit einer Steuereinheit einer PCU 4 (Power Control Unit) verbunden, die das An-

steuersignal erzeugt. Ein anderer Anschluss der PCU 4 ist auf Masse 7 gelegt. Dieser PCU 4 bildet zusammen mit dem Ansteuer-MOS-FET 1 die Ansteuerung 9 für den Motor. Der SOURCE-Anschluss des Ansteuer-MOS-FETs 1 ist mit dem Motor 5 verbunden. Ein anderer Motoranschluss ist auf Masse 7 gelegt. Parallel zum Motor ist eine Schutz- einrichtung 10 angeordnet, die im wesentlichen aus zwei MOS-FETs 2, 3 besteht. Auch bei diesen Bauteilen handelt es sich um vertikale n-Kanal Leistungs-MOSFETs. Der MOS-FET 2 dient als Freilaufvorrichtung und weist gleichfalls drei Anschlüssen SOURCE, DRAIN und GATE auf. Der DRAIN-Anschluss des Freilauf-MOS-FETs 2 ist auf gleichem Potential wie der Motor 5, an dem die veränderliche Motorspannung U_{MOTOR} anliegt. Der GATE-Anschluss ist mit dem Ausgang eines Nullpunktkomparators 8 verbunden. Der Nullpunktkomparator 8 besteht im wesentlichen aus einer Kleinsignal-Diode 11, einem npn-Kleinsignal-Transistor 12. Hierbei ist der Kollektor des Transistors T_4 zum einen über einen Widerstand R_4 mit der Versorgungsspannung 6 U_{KL} und zum anderen über den Widerstand R_5 mit dem GATE-Anschluss des Freilauf-MOS-FETs 2 verbunden. Der Emitter des Kleinsignal-Transistors 12 ist auf Masse 7 gelegt. Die Basis des npn-Kleinsignal-Transistors 12 ist über einen Widerstand R_3 mit der Anode einer Kleinsignal-Diode 11 verbunden, deren Kathode auf Motorpotential V_{MOTOR} liegt. Ferner ist die Anode dieser Kleinsignaldiode 11 über einen Widerstand R_2 mit einer zusätzlichen Versorgungsspannung U_{5V} verbunden. Der SOURCE-Anschluss des Freilauf-MOS-FETs 2 ist mit dem SOURCE-Anschluss eines weiteren MOS-FETs 3 verbunden. Der MOS-FET 3 dient als Verpolschutz und weist gleichfalls drei Anschlüssen SOURCE, DRAIN und GATE auf. Der DRAIN-Anschluss des Verpolschutz-MOS-FETs 3 ist auf Masse 7 gelegt. Der GATE-Anschluss der Verpolschutz-MOS-FETs ist über einen Widerstand R_6 mit der Versorgungsspannung 6 U_{KL} verbunden.

[0017] Auch können die Transistoren, anstatt eines gemeinsamen SOURCE-Anschlusses einen gemeinsamen DRAIN-Anschluss aufweisen, so dass Freilauf-Transistor und Verpolschutz-Transistor monolithisch aufgebaut werden können.

[0018] Die Funktionsweise der in Fig. 1 abgebildeten Schaltung beruht darauf, dass der Freilauf-Transistor 2, in den Abschaltphasen, die von dem Nullpunktkomparator 8 erfasst werden, voll eingeschaltet ist. Beim Abschaltvorgang, sinkt das Potential V_{MOTOR} . Sobald es negativ wird, leitet die Kleinsignal-Diode 11 und der npn-Kleinsignal-Bipolartransistor 12 sperrt. Seine aufgebaute Kollektorspannung bewirkt, dass der Freilauf-Transistor 2 eingeschaltet wird und während des ganzen Abschaltvorgangs eingeschaltet bleibt. Am eingeschalteten Freilauf-Transistor 2 fällt jetzt eine wesentlich geringere Spannung ab, als an herkömmlichen verwendeten Freilaufdiode. Dieser geringere Spannungsabfall bewirkt zum einen, dass die Verluste in Freilauf-MOS-FET 2 gering sind und zum anderen, dass im Ansteuer-MOS-FET 1 kein Tailstrom beim Abschaltvorgang geführt wird. Geht am Ende des Abschaltvorgangs das Motorpotential V_{MOTOR} wieder gegen das Massepotential, so wird der npn-Kleinsignal-Transistor 12 teilweise wieder geöffnet, sein Kollektorpotential fällt und damit sinkt auch das GATE-Potential des Freilauf-Transistors 2. Der Freilauf-Transistor 2 wirkt am Ende des Abschaltvorgangs wieder als reine Diode. Dadurch wird ein negativer Stromfluss im Motor 5 verhindert, und einer unerwünschten Bremswirkung im Motor 5 entgegengewirkt.

[0019] Der Verpolschutz-Transistor 3 schützt im Falle einer Verpolung der Anordnung, also wenn Masse 7 und Versorgungsspannung 6 vertauscht werden, den Freilauf-Transistor 2. Im Falle einer Verpolung sperrt der Verpolschutz-Transistor 3 wodurch der Freilauf-Transistor 2 von der Versorgung abgetrennt wird.

[0020] Durch die vorgeschlagene Schaltung werden die Umschaltverluste so gut wie eliminiert. Die Verluste bei dieser Anordnung werden dann lediglich durch die Betriebsverluste im Ein-Zustand der Anordnung bestimmt. Durch die Verwendung eines Transistors, anstatt einer Diode für den Freilauf, wird die Siliziumfläche des hierfür benötigten Bauteils weiter verkleinert, bedenkt man zusätzlich, dass Transistoren technologisch im Gegensatz zu Dioden ständig weiterentwickelt und verbessert werden. Dadurch wird es möglich, dass der für den Freilauf benötigte MOS-FET 2 und der für den Verpolschutz benötigte MOS-FET 3 bereits niederohmig und kostengünstig in einem einzigen Gehäuse bezogen werden können. Bedenkt man, dass der Ansteuerungstransistor thermisch beim Abschaltvorgang nicht mehr belastet wird, so kann man diesen in seiner Siliziummasse geringer dimensionieren, so dass, anstatt einem großen und teuren Ansteuer-Transistor zwei kleine günstige Bauteile verwendet werden können, wobei das eine den Ansteuer-Transistor 1 beinhaltet und das andere den Freilauf- und Verpolschutz-Transistor 2, 3. Die restlichen für die Schaltung benötigten Bauteile sind diskrete Kleinsignal-Bauteile 11, 12 und Widerstände, die alle klein und kostengünstig gefertigt werden können. Es müssen keine Änderungen am integrierten Ansteuerschaltkreis 4 vorgenommen werden.

[0021] Durch eine Erweiterung der Schaltung, ist die Einrichtung auch zum Schutz vor dynamischen Überspannungen geeignet. Dazu muss man den Freilauftransistor bei Auftreten einer solchen Überspannung durchschalten und den Freilauftransistor in den aktiven Bereich steuern.

[0022] Die in der Fig. 1 dargestellte Schutz- einrichtung eignet sich zur Verringerung der Abschaltverluste bei Ansteuerungen von niederfrequent getakteten (z. B. 25 Hz), unipolaren Gleichstrommotoren, wie sie im Kraftfahrzeug z. B. für Pumpen und Lüfter benötigt werden. Jedoch kann eine solche Schutz- einrichtung 10 auch für einen Vierbürstenmotor realisiert werden, der für die zwei Ansteuer-MOS-FETs dann beispielsweise zwei Freilauf-Transistoren 2 benötigt, die einen gemeinsamen Verpolschutz-Transistor 1 aufweisen.

Patentansprüche

1. Schutz- einrichtung für die Ansteuerung eines getakteten, elektromagnetischen Verbrauchers (5), welche eine Freilaufvorrichtung und einen Verpolschutz aufweist, wobei der elektromagnetische Verbraucher (5) mittels eines Transistors (1), der Bestandteil einer Ansteuerung (9) ist, mit einer Energieversorgung (6) verbunden oder getrennt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freilaufvorrichtung aus einem Transistor (2) besteht, der Verpolschutz einen weiteren Transistor (3) aufweist und der Freilauf-Transistor (2) in Reihe zum Verpolschutz-Transistor (3) geschaltet ist.
2. Schutz- einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Freilauf-Transistor (2) ein MOS-FET ist.
3. Schutz- einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verpolschutz-Transistor (3) ein MOS-FET ist.
4. Schutz- einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet** dass der Freilauf- und der Verpolschutz-Transistor (2, 3) MOS-FETs sind.

5. Schutzeinrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet dass der Freilauf- und der Verpol-schutz-MOS-FETs (2, 3) in einem gemeinsamen Ge-häuse angeordnet sind.
6. Schutzeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch 5 gekennzeichnet, dass die Freilaufvorrichtung eine Nullpunktkomparatorschaltung (8) aufweist, die aus Kleinsignal-Bauelementen (11, 12) aufgebaut.
7. Schutzeinrichtung nach Patentanspruch 6, dadurch 10 gekennzeichnet, dass die Nullpunktkomparatorschal-tung (8) den Abschaltvorgang vom Ansteuer-Transi-stor (1) am elektromagnetischen Verbraucher (5) er-fasst und den Freilauf-Transistor (2) durchschaltet.
8. Schutzeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch 15 gekennzeichnet, dass der elektromagnetische Verbrau-cher (5) ein niederfrequent, getakteter Gleichspan-nungsmotor ist.
9. Schutzeinrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet dass die elektromagnetischen Verbrau-cher (5) Ventilsolenoiden sind mit denen Ventile bewegt 20 werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

